

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen:  
22 Anmeldetag: -  
43 Offenlegungstag:

P 31 26 246.5-12  
3. 7. 81  
20. 1. 83

71 Anmelder:

Zahnradfabrik Friedrichshafen AG, 7990 Friedrichshafen,  
DE

72 Erfinder:

Lang, Armin, Ing.(grad.), 7070 Schwäbisch Gmünd, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Elektrisch betätigbares Ventil

Bei dem elektrisch betätigbaren Ventil liegt das hydraulische Ventiltteil außerhalb des magnetischen Streufeldes des Elektromagneten. In seiner Eigenschaft als elektro-hydraulischer Wandler arbeitet es mit einer veränderbaren Drossel als Ausgangsgröße. Dabei wird eine Drosselöffnung analog zur angelegten Spannung verändert. Durch die Verwendung eines Betätigungsstiftes, dessen linearer Wärmeausdehnungskoeffizient größer ist als derjenige des Magnetkörpers, werden temperaturabhängige Einflußgrößen kompensiert. Dazu besteht der Betätigungsstift beispielsweise aus Aluminium. Zur weiteren Verringerung der Temperaturabhängigkeit ist in dem Betätigungsstift ein Ausgleichskolben angeordnet, der temperaturbedingte hydraulische Einflüsse überwindet. Durch weitere konstruktive Maßnahmen wird eine nahezu vollständige Temperaturunabhängigkeit des Ventiles erreicht. Als Alternative zu der besonderen Ausbildung des Betätigungsstiftes wird die Verwendung einer Bimetall-Scheibenfeder vorgesehen.

(31 26 246)

DE 31 26 246 A 1

DE 31 26 246 A 1

Aktiengesellschaft

Friedrichshafen

Elektrisch betätigbares Ventil

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Elektrisch betätigbares Ventil mit folgenden Merkmalen:

- das Ventil besitzt in einem Magnetteil eine durch die Kraft einer Magnetspule betätigbare Rückschlußplatte,
  - die Rückschlußplatte liegt auf der einen Seite der Magnetspule und ist mit einem Betätigungsstift verbunden,
  - der Betätigungsstift erstreckt sich durch eine Öffnung auf die andere Seite der Magnetspule,
  - das der Rückschlußplatte abgewandte Ende des Betätigungsstiftes weist einen zwischen einem Zu- und einem Rücklaufanschluß liegenden, in Schließrichtung beeinflussbaren Ventilkörper auf, der zusammen mit einem Ventilsitz eine Drosselstelle bildet,
  - die Rückschlußplatte und damit der Betätigungsstift sind in Öffnungsrichtung durch eine Feder belastet,
- d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t , d a ß

Akte 5776 G

der Betätigungsstift (7) aus einem Werkstoff besteht, dessen linearer Wärmeausdehnungskoeffizient größer ist als derjenige des für den Magnetkörper (2, 3) verwendeten Weicheisenwerkstoffes.

2. Ventil nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
der Betätigungsstift (7) aus Aluminium besteht.

3. Ventil nach einem der Ansprüche 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
- daß der Betätigungsstift (7) eine von seinem Schließkörper (8) ausgehende Bohrung (22) aufweist,  
- daß die Bohrung (22) in Verbindung steht mit dem Zulaufanschluß (13) und  
- daß die Bohrung (22) an einen Ausgleichsraum (23) angeschlossen ist.

4. Ventil nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet, daß der Ausgleichsraum (23) als Zylinder ausgebildet ist und einen gehäusefest abgestützten Ausgleichskolben (24) enthält.

5. Ventil nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
sich der Ausgleichskolben (24) an dem Deckel (5) des den Magnetkörper bildenden Gehäuses abstützt.

Akte 5776 G

03.07.81

3126246

3

6. Ventil nach einem der Ansprüche 4 oder 5,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
der Ausgleichskolben (24) in radialer Richtung in bezug auf  
das Gehäuse frei beweglich ist.

7. Ventil nach einem der Ansprüche 4 oder 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
der Durchmesser des Ausgleichskolbens (24) geringfügig  
kleiner ist als der Durchmesser des Ventilsitzes (10).

8. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
- daß der Schließkörper (8) einen Ventilkegel (9) auf-  
weist,  
- daß der Ventilsitz (10) kegelig ausgebildet ist und  
- daß der Kegelwinkel (25) des Ventilkegels (9) gering-  
fügig größer ist als der Kegelwinkel (26) des Ventil-  
sitzes (10).

9. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Feder als Scheibenfeder (15) ausgebildet ist.

Akte 5776 G

10. Elektrisch betätigbares Ventil mit folgenden Merkmalen:

- das Ventil besitzt in einem Magnetteil eine durch die Kraft einer Magnetspule betätigbare Rückschlußplatte,
- die Rückschlußplatte liegt auf der einen Seite der Magnetspule und ist mit einem Betätigungsstift verbunden,
- der Betätigungsstift erstreckt sich durch eine Öffnung auf die andere Seite der Magnetspule,
- das der Rückschlußplatte abgewandte Ende des Betätigungsstiftes weist einen zwischen einem Zu- und einem Rücklaufanschluß liegenden, in Schließrichtung beeinflussbaren Ventilkörper auf, der zusammen mit einem Ventilsitz eine Drosselstelle bildet,
- die Rückschlußplatte und damit der Betätigungsstift sind in Öffnungsrichtung durch eine Feder belastet, dadurch gekennzeichnet, daß die Feder als Biegefeder (15A) ausgebildet ist, die aus Bimetall besteht.

Akte 5776 G

03.07.81

3126246

5

5

Die Erfindung betrifft ein elektrisch betätigbares Ventil nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Ein derartiges Ventil ist Gegenstand einer älteren Patentanmeldung P 30 41 824.7. Dieses Ventil stellt einen elektro-hydraulischen Wandler dar, der als Ausgangsgröße mit einer veränderbaren Drossel arbeitet. Dies bedeutet, daß eine Drosselöffnung analog zum elektrischen Strom verändert wird. Dieses Ventil weist außerdem noch den Vorteil auf, daß das hydraulische Ventiltteil außerhalb des magnetischen Streufeldes des Elektromagneten liegt. Dadurch ergibt sich eine robuste, kleine, preiswerte und wenig schmutzanfällige Bauweise.

Bei bekannten derartigen Ventilen ist die von dem Elektromagneten erzeugte Kraft abhängig von dem durch die Spule fließenden Strom. Da die Kupferwicklung mit zunehmender Temperatur ihren Ohm'schen Widerstand erhöht, nimmt bei gleicher, an der Spule angelegter Spannung der Strom ab. Die Magnetkraft verringert sich also bei Erwärmung.

Da außerdem an der Drosselstelle keine rein turbulente Strömung herrscht, ist der Druckverlust an der Drosselstelle bei gleicher geometrischer Öffnung bei erwärmtem, das heißt dünnflüssigerem Öl kleiner als bei kälterem, dickflüssigerem Öl.

Akte 5776 G



Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein elektrisch betätigbares Ventil mit einer veränderbaren Drosselstelle zu schaffen, das weitgehend temperaturunabhängig arbeitet. Gleichzeitig sollen die vorteilhaften Eigenschaften des bekannten Ventiles beibehalten bleiben.

Gemäß der DE-OS 23 39 627 erfordert bei einem elektromagnetischen Druckregelventil die temperaturbedingte Widerstandsänderung der Spule eine entsprechende Spannungsänderung mittels einer geeigneten Schaltungsanordnung, um den Erregerstrom zur Regelgröße proportional zu halten.

Zur Vermeidung eines zusätzlichen Aufwandes an elektrischen Einrichtungen soll die vorliegende Aufgabe durch einfache mechanische Mittel gelöst werden.

Die Aufgabe wird demnach durch die im kennzeichnenden Teil des Patenanspruches 1 angegebenen Merkmale gelöst. Weitere vorteilhafte und zweckmäßige Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Durch die unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten wird der Drosselspalt mit zunehmender Temperatur kleiner. Damit werden die oben beschriebenen Einflußgrößen kompensiert. Da die Unterschiede in den Temperaturkoeffizienten der einzel-

Akte 5776 G

03.07.81

3126246

7

7

nen Werkstoffe jedoch begrenzt sind, ist eine vollständige Kompensierung der Temperatureinflüsse nur bei einem bestimmten, in der Regel kleinem Hub des Schließkörpers möglich. Der Durchmesser der Bohrung muß also so gewählt werden, daß sich bei einem bestimmten Hub des Schließkörpers die erforderliche Drosselfläche ergibt. Ein größerer Ventilsitzdurchmesser erfordert aber einen Druckausgleich. Der Druckausgleich wird beispielsweise verwirklicht durch einen Ausgleichskolben in dem Betätigungsstift. Um ein einwandfreies, das heißt schwingungsfreies Funktionieren des Ventiles zu gewährleisten, müssen die Abmessungen der einzelnen Ventiltteile in bestimmten Verhältnissen zueinander liegen.

Im folgenden wird die Erfindung anhand dreier in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigt:

- Fig. 1      einen Schnitt durch das erfindungsgemäße Ventil,
- Fig. 2      einen Teilschnitt der Fig. 1 in vergrößertem Maßstab mit einem weiteren Ausführungsbeispiel,
- Fig. 3      einen Teilschnitt der Fig. 1 mit einem dritten Ausführungsbeispiel.

Akte 5776 G



3126246

8

8

Das Ventil weist zwei im Querschnitt L-förmige Gehäuse-  
teile, bestehend aus einem eine Magnetspule 1 umgebenden  
Gehäusemantel 2 und einem die Magnetspule 1 tragenden Eisen-  
kern 3 mit einem Boden 4, auf. Das Gehäuse ist durch einen  
Deckel 5 verschlossen. Eine durch das Magnetfeld der Magnet-  
spule 1 betätigbare kegelige Rückschlußplatte 6 liegt auf  
der einen Seite der Magnetspule 1 und ist mit einem Betäti-  
gungsstift 7 verbunden. Der Betätigungsstift 7 besteht aus  
nicht-magnetisierbarem Material und erstreckt sich durch  
eine Öffnung des Eisenkernes 3 auf die andere Seite der  
Magnetspule und trägt an seinem unteren Ende einen Schließ-  
körper 8 in der Form eines Ventilkegels 9. Der Ventilkegel 9  
bildet zusammen mit einem Ventilsitz 10 eine Drosselstelle.  
Der Ventilsitz 10 ist in einem Einsatz 11 angeordnet, der mit  
dem Boden 4 des Eisenkernes 3 verbunden ist. Der Einsatz 11  
weist einen Einlaufkanal 12 mit einem Zulaufanschluß 13 und  
einem Rücklaufanschluß 14 auf. Die erwähnte Drosselstelle  
liegt zwischen dem Zu- und dem Rücklaufanschluß.

Auf der Seite der Rückschlußplatte 6 ist in dem Ventil-  
gehäuse zwischen dem Gehäusemantel 2 und dem Deckel 5 eine  
Scheibenfeder 15 eingespannt (anstelle der Scheibenfeder  
kann auch ein anderes federndes Mittel, beispielsweise eine  
Schraubenfeder, verwendet werden). Die Scheibenfeder 15 ist  
an ihrer radial inneren Einspannstelle durch einen Spann-  
ring 16 mit der Rückschlußplatte 6 verbunden. An ihrer radial

Akte 5776 G

03.07.61

3126246

g

8

äußeren Einspannstelle ist zwischen der Scheibenfeder 15 und dem Gehäusemantel 2 ein Einstellring 17 angeordnet. Mit Hilfe des Einstellringes 17 und einer zwischen dem Eisenkern 3 und dem Ventileinsatz 11 eingesetzten Einstellscheibe 18 läßt sich der Grundluftspalt zwischen der Rückschlußplatte 6 und dem Eisenkern 3 abstimmen. Im Inneren des Ventiles liegende Räume 19A, 19B, 19C, die die Scheibenfeder 15 und die Rückschlußplatte 6 umgeben, stehen mit dem Rücklaufanschluß 14 in Verbindung. Zwischen dem Betätigungsglied 7 und dem Ventileinsatz 11 ist ein zweckmäßigerweise aus Kunststoff bestehender Abstreifring 11A angeordnet. Der Abstreifring 11A befindet sich damit zwischen den Räumen 19A, 19B und dem Rücklaufanschluß 14. Die Räume 19A, 19B, 19C sind gegenüber der Magnetspule 1 durch einen an einem Stützring 20 abgestützten Dichtring 21 abgedichtet. Dadurch ist sowohl der Zulauf als auch der Ablauf hochdruckbelastbar.

Um einerseits eine gleichmäßigere Feldliniendichte und damit eine bessere Ausnützung des Materials und andererseits eine kürzere Feldlinienlänge im Eisenkern 3 zu erreichen, wird die Rückschlußplatte 6 kegelig ausgebildet. Durch diese Maßnahme in Verbindung mit der Verwendung eines Topfmagneten, der durch den Gehäusemantel 2 und den Eisenkern 3 gebildet wird, läßt sich ein hoher magnetischer Wirkungsgrad erreichen.

Akte 5776 G

Erfindungsgemäß besteht der Betätigungsstift 7 aus einem Werkstoff, dessen linearer Wärmeausdehnungskoeffizient größer ist als derjenige des für den Magnetkörper verwendeten Weicheisenwerkstoffes. Zweckmäßigerweise besteht der Betätigungsstift 7 aus Aluminium.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung weist der Betätigungsstift 7 eine axiale Bohrung 22 auf, die von der Spitze des Ventilkegels 9 ausgeht und die eine Verbindung herstellt zwischen dem Zulaufanschluß 13 und einem in dem oberen Ende des Betätigungsstiftes 7 angeordneten Ausgleichsraum 23. Der Ausgleichsraum 23 ist als zum Ende des Betätigungsstiftes 7 hin offener Zylinder ausgebildet, der einen Ausgleichskolben 24 enthält. Der Ausgleichskolben 24 stützt sich radial frei beweglich an dem Deckel 5 ab. Der Durchmesser des Ausgleichskolbens 24 ist geringfügig kleiner als der Durchmesser des Ventilsitzes 10. Bei einem Durchmesser des Ausgleichskolbens 24, der größer oder gleich dem Durchmesser des Ventilsitzes 10 wäre, würde sich eine Kraft auf den Betätigungsstift 7 und damit den Schließkörper 8 in Schließrichtung ergeben, was zu Schwingungen führen würde. Durch die erfindungsgemäße Auslegung der Durchmesser von Ausgleichskolben und Ventilsitz werden derartige Instabilitäten vermieden.

03.07.81

3126246

11

11

In einer weiteren, in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform ist der Ventilsitz 10 kegelig ausgebildet. Dabei ist der Kegelwinkel 25 des Ventilkegels 9 geringfügig größer als der Kegelwinkel 26 des Ventilsitzes 10. Durch diese Maßnahme wird erreicht, daß das Ventil in geöffnetem und in geschlossenem Zustand eine gleichgroße wirksame Fläche aufweist.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird die Temperaturkompensation dadurch erreicht, daß anstelle des Aluminiumstiftes ein bekannter Betätigungsstift aus nichtmagnetisierbarem Material in Verbindung mit einer aus Bimetall bestehenden Scheibenfeder 15A verwendet wird. Dies ist in Fig. 3 dargestellt.

Die Bimetall-Feder wölbt sich mit zunehmender Temperatur nach unten durch, wenn der Werkstoff mit der größeren Wärmedehnung benachbart zu der Rückschlußplatte 6, d. h. in Richtung zu dem Schließkörper 8 liegt. Dadurch verringert sich der geometrische Drosselquerschnitt und die temperaturbedingten Einflußgrößen werden kompensiert.

Um einen gleichmäßigen Verlauf der Durchwölbung in Abhängigkeit von der Temperatur zu erhalten, ist es zweckmäßig, die Rückstellfeder konisch auszubilden.

Akte 5776 G

TZS fa-hg

24.06.1981

12  
Leerseite

3126246

